

COLABORACIÓN ESPECIAL

Recibido: 9 de febrero de 2018

Aceptado: 6 de junio de 2018

Publicado: 20 de agosto de 2018

ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES CON FINES EPIDEMIOLÓGICOS: APLICACIONES A LA ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE SUSTANCIAS DE ABUSO Y EN SALUD PÚBLICA EN GENERAL. RED ESPAÑOLA ESAR-NET (*)

Lubertus Bijlsma (1), Alberto Celma (1), Iria González-Mariño (2), Cristina Postigo (3), Vicente Andreu (4), María Jesús Andrés-Costa (4), Félix Hernández (1), Miren López de Alda (3), Ester López-García (3), Rosa María Marcé (5), Rosa Montes (2), Eva Pocurull (5), Yolanda Picó (4), Rosario Rodil (2), José Luis Rodríguez-Gil (6,7), Yolanda Valcárcel (7), José Benito Quintana (2)

(1) Instituto Universitario de Plaguicidas y Aguas. Universidad Jaume I. Castellón. España.

(2) Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatología, IIAA. Instituto de Investigaciones e Análises Alimentarias. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. España.

(3) Unidad de Calidad del Agua y Suelos. Departamento de Química Ambiental. Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Barcelona. España.

(4) Grupo de Investigación en Seguridad Alimentaria y Medioambiental (SAMA-UV). Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CSIC-UV-GV). Facultad de Farmacia. Universitat de València. Valencia. España

(5) Grupo de Investigación de Cromatografía. Aplicaciones Medioambientales. Facultad de Química Universitat Rovira i Virgili. Tarragona. España.

(6) Department of Biology. University of Ottawa. Ontario. Canada.

(7) Grupo de Investigación y Docencia en Toxicología Ambiental y Evaluación de Riesgos. Area de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Rey Juan Carlos. Madrid. España.

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

(*) Financiación: Agencia Estatal de Investigación (AEI), ref. CTM2016-81935-REDT/AEI.

RESUMEN

En este artículo se presenta la metodología de análisis de aguas residuales con fines epidemiológicos (*wastewater-based epidemiology*, WBE) y su potencial para abordar diversos aspectos relacionados con la salud pública. Esta metodología permite obtener datos a una escala temporal y espacial relativamente pequeña (típicamente datos diarios-semanales sobre un municipio) de hábitos de consumo de sustancias de abuso, ilegales (como la cocaína o el cannabis) o legales (como el alcohol) a través de la determinación de biomarcadores de consumo (el compuesto original no metabolizado o alguno de sus metabolitos) en el agua residual. Aparte de discutir los fundamentos, ventajas y limitaciones de WBE, se comentan los precedentes más relevantes a nivel internacional, y las actividades más destacables en España en este ámbito. Finalmente, se exponen, los objetivos de la Red Española de Análisis de Aguas Residuales con Fines Epidemiológicos (ESAR-Net), una "Red de Excelencia" que agrupa a investigadores españoles con amplia experiencia en el área de WBE, así como las perspectivas de futuro de esta metodología puede tener para mejorar las competencias de la Salud Pública en España.

Palabras clave: Epidemiología, Consumo de drogas de abuso, Alcohol, Tabaco, Salud pública, Biomarcadores, Promoción de la salud.

Correspondencia:

José Benito Quintana
Departamento de Química Analítica, Nutrición e Bromatología, IIAA
Instituto de Investigaciones e Análises Alimentarias
Universidade de Santiago de Compostela
Constantino Cadeira s/n
15782, Santiago de Compostela, España
jb.quintana@usc.es

ABSTRACT**Wastewater-based epidemiology: applications towards the estimation of drugs of abuse consumption and public health in general. The Spanish network ESAR-Net**

This manuscript introduces Wastewater-Based Epidemiology (WBE) and its potential in the assessment of diverse aspects related to public health. This methodology can provide data in a relatively short temporal and local scale (typically daily-weekly at the municipal level) on consumption patterns of illicit drugs (e.g. cocaine or cannabis), licit substances of abuse (e.g. alcohol) by measuring their consumption biomarkers (i.e. the original unmetabolized substance or some of its metabolite) in wastewater. Besides discussing the fundamentals, advantages and shortcomings of WBE, it reviews some of the main precedents at international level and most remarkable activities that have been taken place in this field in Spain. Finally, the Spanish Network of Wastewater-Based Epidemiology (ESAR-Net) as is presented. ESAR-Net is an Excellence Network that sums up the efforts of the most relevant Spanish researchers in the field of WBE, aiming to investigate future perspectives of this methodology and its impact on Public Health competences in Spain.

Key words: Epidemiology, Consumption of drugs of abuse, Alcohol, Tobacco, Public health, Biomarkers, Health promotion.

Cita sugerida: Bijlsma L., Celma A, González-Mariño I, Postigo C, Andreu V, Andrés-Costa MJ, Hernández F, López de Alda M, López-García E, Marcé RM, Montes R, Pocurull E, Picó Y, Rodil R, Rodríguez-Gil JL, Valcárcel Y, Quintana JB. Análisis de aguas residuales con fines epidemiológicos: aplicaciones a la estimación del consumo de sustancias de abuso y en salud pública en general. Red española ESAR-Net. Rev Esp Salud Pública. 2018;92:20 de agosto e201808053.

INTRODUCCIÓN

El consumo de drogas de abuso es el causante, tanto directa como indirectamente, de perjuicios sociales y sanitarios que conllevan notables costes humanos y económicos (implementación de medidas preventivas, hospitalizaciones, tratamientos de drogodependencia, lucha contra el crimen organizado, etc.)⁽¹⁾.

Para poder evaluar el impacto de las intervenciones dirigidas a reducir el consumo de drogas, los legisladores precisan de información rigurosa y veraz, de forma que puedan basar sus decisiones en evidencias científicas. Tradicionalmente, el consumo de drogas se ha estimado a partir de encuestas poblacionales y otros indicadores como cantidades de droga incautadas por la policía, personas en tratamiento de drogodependencia, crímenes y defunciones relacionadas con drogas, o registros hospitalarios. Un problema común de estas metodologías es que los procesos implicados en la obtención de información son prolongados en términos de ejecución, caros y propensos a estar sesgados por el tabú social que supone reconocer el consumo de este tipo de sustancias⁽²⁾. Además, la información obtenida depende en gran medida de la eficiencia policial para combatir el narcotráfico. Así pues, es fundamental fomentar el desarrollo de nuevos enfoques, complementarios a los tradicionales, que permitan obtener datos de forma rápida, objetiva, cuantitativa y fiable.

Una estrategia innovadora para evaluar el consumo de drogas en grandes poblaciones se basa en el análisis de sus aguas residuales, que recogen de forma conjunta y anónima la orina de miles de personas. Este concepto, conocido como análisis de aguas residuales con fines epidemiológicos (WBE, por sus siglas en inglés “*Wastewater-Based Epidemiology*”), fue propuesto por Daughton en 2001⁽³⁾ y puesto en práctica en 2005 por Zuccato, Castiglioni y colaboradores para estimar el consumo de cocaína en varias ciudades italianas⁽⁴⁾. Desde entonces, diversos grupos de investigación han implementado WBE para evaluar el consumo de drogas a escala local,

nacional e internacional^(5,6). Tal y como se ha demostrado en los últimos años, esta metodología proporciona estimaciones en tiempo real basadas en evidencias científicas. De hecho, el Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías (EMCDDA, *European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction*) ha incluido WBE como una herramienta complementaria a los métodos tradicionales para estimar el uso de drogas en Europa⁽²⁾.

DE LAS AGUAS RESIDUALES A LOS DATOS DE CONSUMO DE DROGAS

WBE parte de la base de que los productos de excreción del metabolismo humano (biomarcadores) resultantes del consumo de drogas son vertidos a los sistemas de alcantarillado urbanos. Por lo tanto, su determinación en las aguas residuales proporciona información sobre la cantidad y tipo de drogas consumidas en una ciudad. Para aquellos productos de excreción que son estables en agua residual y que, por tanto, llegan prácticamente intactos a la estación depuradora de aguas residuales (EDAR), es razonable asumir que la cantidad excretada de forma colectiva se vea reflejada por la carga total recibida en la EDAR en un determinado intervalo de tiempo. La recogida de muestras representativas para dicho intervalo temporal es, en consecuencia, uno de los factores clave en este enfoque.

La **figura 1** esquematiza el proceso llevado a cabo en WBE, desde la toma de muestra hasta la estimación final del consumo. El análisis de las aguas residuales mediante técnicas analíticas sofisticadas permite determinar las concentraciones de biomarcadores de consumo (compuesto original o alguno de sus metabolitos, ver **tabla 1**) en muestras representativas de un día completo (compuestas a lo largo de 24 h). A partir de las concentraciones encontradas, se pueden calcular las cantidades diarias (en masa) de estas sustancias en el agua residual. Con los datos obtenidos, se pueden hacer estimaciones de consumo (ej. en g/día), siempre y cuando se conozcan las rutas metabólicas humanas de dichas sustancias y sus patrones de excreción, aplicando el factor de corrección

Figura 1
Etapas principales del análisis de aguas residuales con fines epidemiológicos (WBE) ⁽⁹⁾.

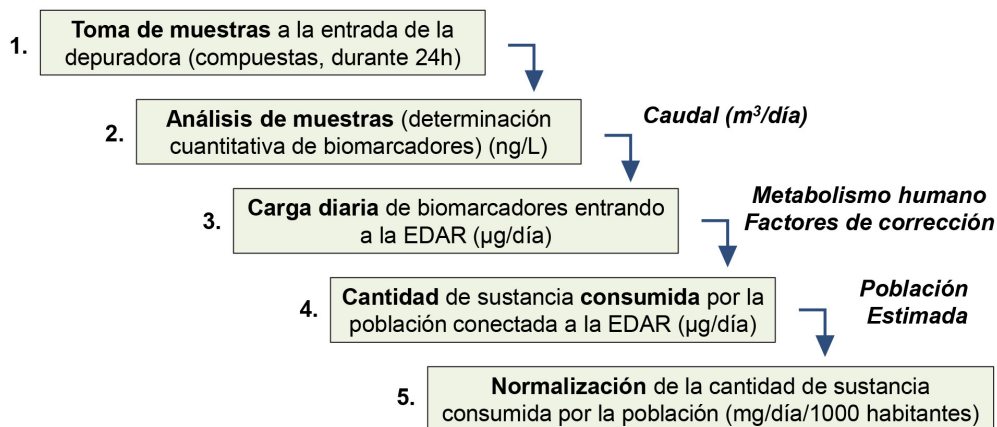


Tabla 1
Sustancias de abuso más investigadas usando el concepto de WBE y biomarcadores medidos en el agua residual para estimar su consumo

Droga	Biomarcador de consumo
Cocaína	Benzoilecgonina
Anfetamina	Anfetamina
Metanfetamina	Metanfetamina
Éxtasis	3,4-metilendioxi metanfetamina (MDMA)
Heroína	6-acetil morfina
Metadona	2-Etilideno-1,5-dimetil-3,3-difenilpirrolidina (EDDP)
Cannabis (tetrahidrocannabinol (THC))	11-nor-9-carboxi-THC
Alcohol (etanol)	Sulfato de etilo
Tabaco (nicotina)	Cotinina e hidroxi-cotinina

correspondiente. Teniendo en cuenta el tamaño de la población que vierte sus aguas a la EDAR, se pueden normalizar los resultados, (ej. expresándolos en mg/día/1000 habitantes), lo cual permite establecer comparaciones entre diferentes poblaciones. Aunque este concepto es relativamente simple, hay varios factores que afectan a la incertidumbre de los datos obtenidos, los cuales deben tenerse en cuenta a la hora de implementar esta metodología a gran escala y de interpretar los resultados. Los más relevantes son: i) el metabolismo humano

de las sustancias investigadas (porcentaje de excreción en diferentes individuos y/o usando diferentes vías de administración); ii) aspectos relacionados con el sistema de alcantarillado (tamaño de la población/número de habitantes que vierte las aguas residuales a la EDAR, caudal diario de agua residual); y iii) el comportamiento de los biomarcadores de consumo desde su excreción hasta su llegada a la EDAR (estabilidad, degradación, distribución y/o procesos de adsorción que puedan experimentar a lo largo de la red de saneamiento)^(7,8).

CONSIDERACIONES ANALÍTICAS

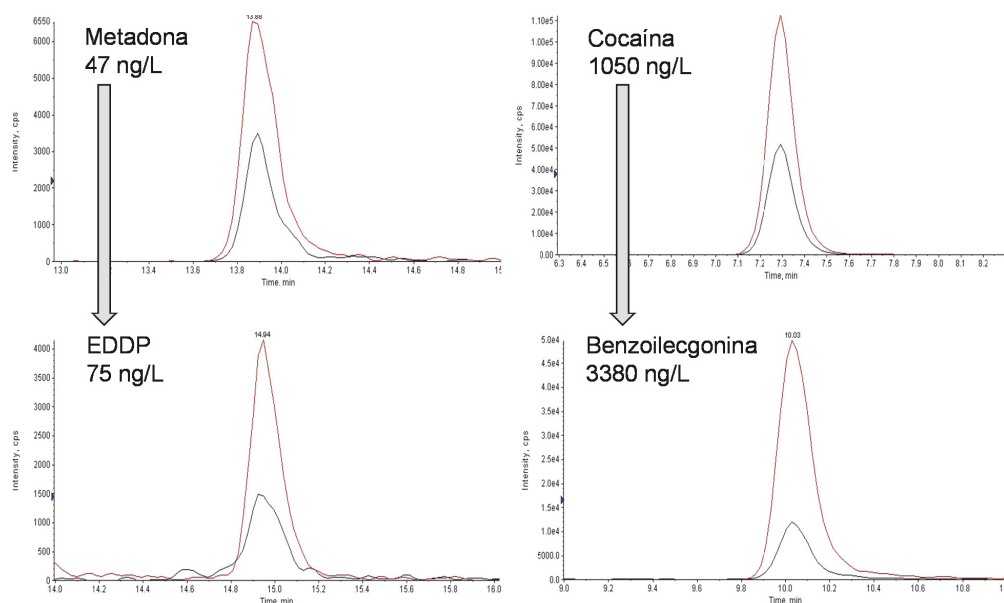
La composición de las aguas residuales es muy compleja e incluye concentraciones relativamente elevadas de sustancias interferentes en la determinación de los biomarcadores de interés, los cuales están presentes a niveles muy bajos de concentración (generalmente (sub)- $\mu\text{g/L}$). Para llevar a cabo los análisis, en primer lugar se ha de filtrar (o centrifugar) el agua para eliminar los sólidos en suspensión. Posteriormente, se requiere una etapa de pre-concentración de los biomarcadores, realizada normalmente mediante extracción en fase sólida, en la que se eliminan a su vez algunas de las sustancias potencialmente interferentes en el análisis. El extracto obtenido en este proceso se analiza generalmente mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS), técnica analítica muy sensible y selectiva con la que se pueden determinar concentraciones a nivel de traza

con una alta fiabilidad. A modo de ejemplo, la **figura 2** muestra los cromatogramas obtenidos con este tipo de análisis para la metadona, cocaína, y sus principales metabolitos (utilizados como biomarcadores), estos últimos presentes en agua residual a mayores concentraciones que las sustancias activas originales⁽⁹⁾.

Además de LC-MS/MS, también se ha aplicado en los últimos años la espectrometría de masas de alta resolución debido a su capacidad para determinar masas exactas, lo cual permite realizar análisis no dirigidos e identificar nuevas sustancias psicoactivas que entran cada año en el mercado ilegal o nuevos biomarcadores de consumo, así como el análisis retrospectivo de muestras que ya han sido procesadas y analizadas⁽¹⁰⁾. En cualquier caso, es necesario contar con la instrumentación y la cualificación adecuada, además de aplicar controles/garantías de calidad que permitan obtener resultados comparables entre diferentes

Figura 2

Identificación de metadona y cocaína y de sus biomarcadores (metabolitos) de consumo (EDDP y benzoilecgonina, respectivamente) en un agua residual mediante análisis basado en cromatografía de líquidos y espectrometría de masas en tándem (señal en rojo: transición de cuantificación, señal en negro: transición de confirmación).



estudios, lo que implica emplear métodos que hayan sido estrictamente validados en los laboratorios y, además, realizar periódicamente ejercicios interlaboratorio, etc.

INICIATIVAS INTERNACIONALES

Los rápidos avances realizados en WBE se deben principalmente a las colaboraciones internacionales establecidas en este campo y al apoyo decidido del EMCDDA. La red de trabajo multidisciplinar SCORE (*Sewage analysis CORE group Europe*), establecida en 2010 y apoyada por el EMCDDA, ha reunido a expertos de diferentes países europeos en el análisis de drogas de abuso en agua residual con el objetivo común de realizar estimaciones de consumo en las principales ciudades europeas y evaluar los procedimientos analíticos utilizados por los laboratorios participantes^(5,6,11). En el marco de esta red europea se realizó el primer ejercicio interlaboratorio en 2011 para garantizar la calidad de los datos analíticos y la evaluación exhaustiva de las principales fuentes de incertidumbre asociadas WBE⁽⁷⁾.

A nivel español^(5,6,11), los datos obtenidos a lo largo de siete años de colaboración en ciudades como Castellón, Valencia, Barcelona o Santiago de Compostela reflejan un consumo de cannabis y cocaína superior al de otras drogas como metanfetamina o éxtasis (MDMA), sobre la base de estudios realizados a lo largo de una o dos semanas completas. Este consumo se encuentra a un nivel medio-alto comparado con el de otras ciudades europeas, aunque es inferior al de ciudades neerlandesas como Ámsterdam, Utrecht o Eindhoven, o al de ciudades belgas como Amberes. En los países nórdicos, por el contrario, los resultados sugieren un consumo bajo de cocaína, y muy elevado de metanfetamina. De hecho, el mayor consumo de esta droga se detectó en ciudades como Oslo (Noruega), Helsinki y Turku (Finlandia), y Budweis (República Checa). Por lo que respecta al MDMA, el consumo más alto se registró en las ciudades neerlandesas.

Mientras que las diferencias espaciales son obvias y los resultados de los análisis de

aguas residuales confirman las tendencias observadas en estudios socio-epidemiológicos, el análisis exhaustivo de las tendencias temporales en una misma ciudad requiere realizar campañas de muestreo más largas. Además, para obtener datos representativos de consumo medio por países es necesario extender los análisis a un mayor número de ciudades, incluyendo localidades menos pobladas⁽⁵⁾.

El EMCDDA ha incluido en su página web un apartado sobre WBE donde se resumen los datos más relevantes encontrados hasta el momento con la aplicación de esta herramienta y se muestra, asimismo, un video ilustrativo sobre esta metodología⁽¹²⁾.

Además de la red SCORE, potenciada por el EMCDDA, se deben destacar también las redes de control establecidas a nivel nacional (en Italia, Finlandia, Bélgica, Francia o Australia) o local con el objetivo de aplicar WBE como metodología rutinaria y complementaria a otras ya existentes para evaluar el consumo de sustancias de abuso. Así por ejemplo, en Finlandia el Instituto Nacional de Salud y Bienestar (THL) financia y lleva a cabo un programa por el cual se monitoriza el consumo de drogas de abuso mediante WBE desde 2012, cubriendo aproximadamente el 50% de la población durante una semana y con una monitorización de la capital, Helsinki, permanente, donde se analiza el agua residual prácticamente todos los fines de semana del año.

En España, sin embargo, la única aplicación a nivel rutinario (fuera del ámbito investigador) de WBE está siendo financiada por la Generalitat de Catalunya, en la que se están monitorizando dos veces al año el consumo de sustancias de abuso en dos ciudades desde el año 2016, de manera piloto.

POTENCIAL Y APLICACIONES DE WBE EN ESPAÑA

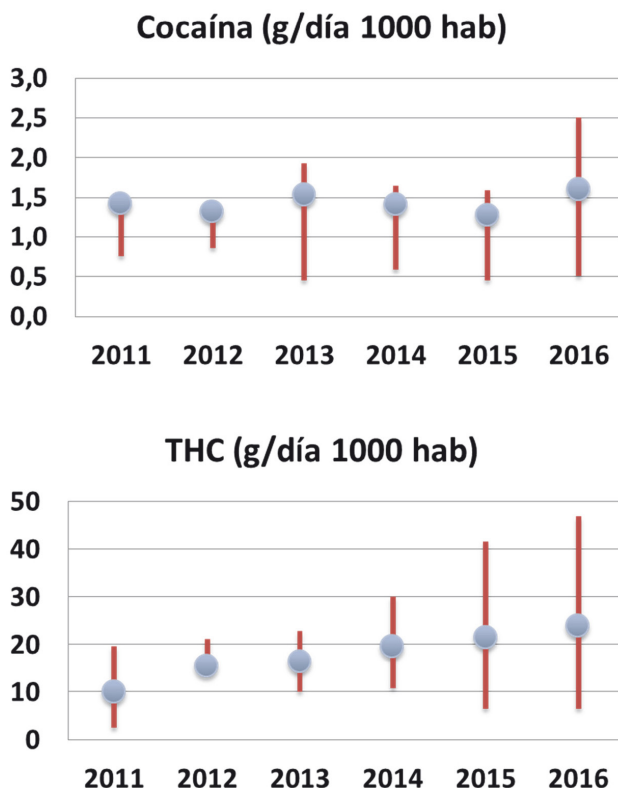
Hasta la fecha, WBE se ha aplicado principalmente a la investigación de sustancias de abuso, tanto ilegales (cocaína, cannabis, compuestos de tipo anfetamínico, incluyendo éxtasis,

y opioides), como, en menor medida, legales (alcohol^(13,14,15) y tabaco⁽¹⁶⁾). Los numerosos estudios realizados han validado el uso de esta herramienta para estimar el consumo de estas sustancias a nivel local, y para detectar cambios relevantes en el consumo de drogas en entornos especiales (ej. eventos deportivos y festivales de música). En este sentido, en España se pueden destacar un estudio realizado durante las Fallas en Valencia con el fin de cuantificar el efecto de esta celebración en el consumo de alcohol y sustancias ilícitas⁽¹³⁾, uno realizado en Castellón

durante un evento musical internacional⁽¹⁷⁾, y un estudio llevado a cabo en un centro penitenciario de Cataluña para investigar el consumo de drogas dentro del mismo⁽¹⁸⁾.

A modo de ejemplo, la **figura 3**, resume los estudios realizados en España a través de la red SCORE en colaboración con el EMCDDA para el cannabis y la cocaína, las dos drogas ilegales más consumidas en España, en el período 2011-2016. Los estudios se basaron en muestreos realizados durante una semana en

Figura 3
Estimación del consumo de cocaína y cannabis (THC) mediante WBE a través del programa promovido por SCORE y el EMCDDA



Para el cálculo de cocaína consumida se ha empleado la concentración de benzoilecgonina y un factor de corrección de 3,59⁽⁷⁾. Para estimar el consumo de THC, se ha empleado 11-nor-9-carboxi-THC como biomarcador y un factor de corrección de 182⁽²⁷⁾. El punto representa el valor medio ponderado por número de habitantes de las ciudades estudiadas, y los extremos los mínimos y máximos. Ciudades cubiertas para cocaína: Barcelona, Castellón y Santiago (2011-2016), Valencia (2013-2016) y Molina de Segura (2015-2016). Ciudades cubiertas para THC: Barcelona y Castellón (2011-2016), Santiago y Valencia (2011 y 2013-2016) y Molina de Segura (2015-2016). La población total estudiada se encuentra entre 1,5 y 2,9 millones de habitantes, en función del año.

los meses de Marzo-Abril, evitando festividades especiales, de manera que representan una semana típica. Los datos de consumo obtenidos en las ciudades monitorizadas anualmente se resumen en la leyenda de la [figura 3](#) y se detallan en las webs del EMCDDA⁽¹²⁾ y de la red SCORE⁽¹¹⁾. Existen otros estudios, por ejemplo en Talavera de la Reina⁽¹⁹⁾ o Tarragona⁽²⁰⁾, pero no se han incluido en este extracto al no haberse realizado en el mismo marco temporal.

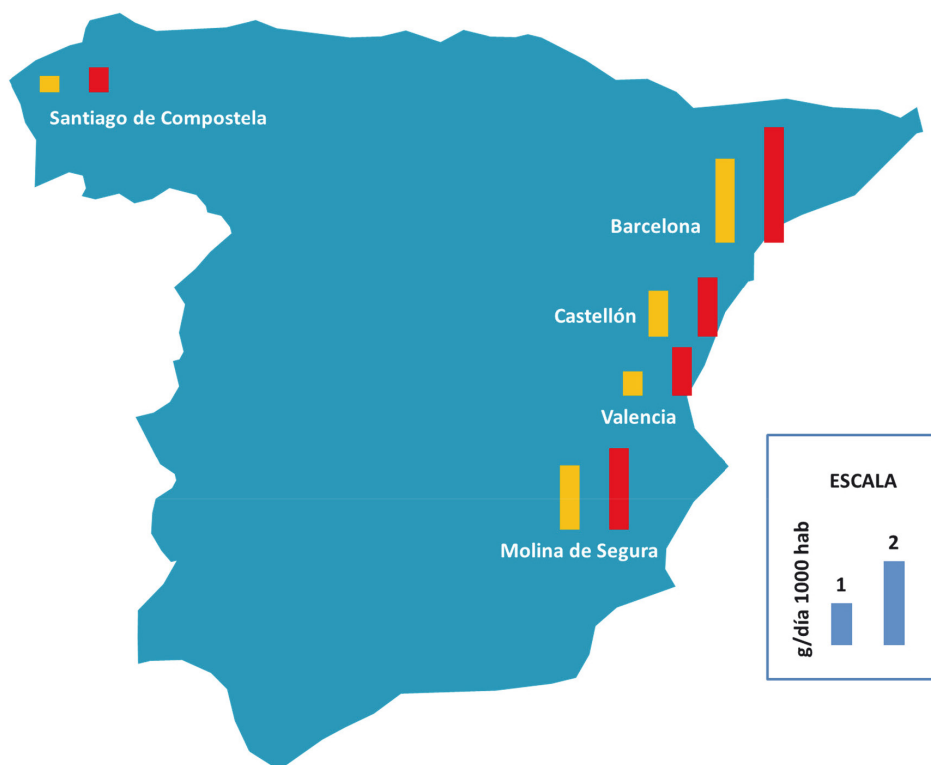
Uno de los puntos fuertes de WBE es que proporciona datos objetivos de consumo en cantidad de sustancia activa. Sin embargo, no permite obtener datos de prevalencia (frecuencia y número de dosis), ni desagregar

el consumo por tipo de consumidor o por las distintas vías de administración. En base a esto, de los estudios realizados en España entre 2011 y 2016 se puede concluir que el consumo promedio de cannabis superó al de la cocaína en unas 15 veces y que mientras que el consumo de cannabis (THC) mostró una ligera tendencia a la alza, debido fundamentalmente a un aumento en la ciudad de Barcelona, el consumo promedio de cocaína se mantuvo estable (ver [figura 3](#)).

El hecho de que WBE permita establecer tendencias a escala local es otro de los puntos fuertes de esta aproximación. De hecho, en la [figura 4](#), en la que se muestran los datos de

Figura 4

Estimación del consumo de cocaína durante el período Martes-Jueves (barra situada a la izquierda) y Viernes-Lunes (barra situada a la derecha) en las ciudades que participaron en la campaña de WBE a través del programa promovido por SCORE y el EMCDDA en 2016



consumo de cocaína obtenidos en 2016 para las 5 ciudades españolas incluidas en SCORE, se puede apreciar la diferencia que existe entre las diferentes ciudades y se evidencia, además, un claro aumento del consumo durante el fin de semana (expresado aquí como período Viernes-Lunes).

Aunque el campo de aplicación más desarrollado de WBE es la estimación del consumo de drogas, esta aproximación también permite obtener información sobre los hábitos de consumo de otras sustancias y, en general, sobre el estilo de vida de una población utilizando los biomarcadores adecuados, como ya se ha hecho para evaluar el perfil de consumo de cafeína⁽²¹⁾ en varias ciudades europeas o de alcohol⁽²²⁾. En este sentido, la **tabla 2** resume los resultados obtenidos a nivel nacional para el consumo de alcohol mediante WBE. Además, potencialmente, WBE también podría proporcionar información sobre la dieta, el estado de salud de una población, o su nivel de exposición a contaminantes ambientales, ya que el agua residual urbana se puede considerar como un medio de diagnóstico de una ciudad. En esta dirección, se han desarrollado varios estudios dirigidos a la aplicación de este concepto para evaluar la exposición a fitatos (empleados como plastificantes)⁽²³⁾, pesticidas⁽²⁴⁾, o la identificación y el análisis de biomarcadores válidos para evaluar el estrés oxidativo de una comunidad⁽²⁵⁾ o de biomarcadores asociados con procesos carcinogénicos⁽²⁶⁾.

En resumen, el análisis de aguas residuales con fines epidemiológicos abre la puerta a un amplio abanico de estudios de tipo

epidemiológico y socio-económico orientados hacia la salud pública.

ESAR-NET: RED ESPAÑOLA DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES CON FINES EPIDEMIOLÓGICOS

Recientemente, y bajo la figura de “Red de Excelencia” del Plan Estatal de Investigación Técnica y de Innovación, se ha creado la “Red española de análisis de aguas residuales con fines epidemiológicos” (ESAR-Net, www.esarnet.es). En ella se suman los esfuerzos de seis grupos de investigación españoles y más de 20 investigadores con amplia experiencia en química analítica y epidemiología, y en particular en WBE y determinación de sustancias de abuso en aguas. El objetivo de esta red es contribuir al avance científico y al reconocimiento de esta metodología en España, impulsando el liderazgo de los grupos españoles a nivel internacional. A este último aspecto vienen contribuyendo desde hace ya unos años varios de los grupos integrantes de la red mediante su participación en la red europea SCORE. Aunque la red SCORE ha supuesto un hito en el ámbito de WBE, es evidente (ver **figuras 3 y 4**) que su aplicación en España tiene aún grandes posibilidades, ya que, en el mejor de los casos, hasta el momento sólo se ha cubierto un 6% de la población y además en zonas muy específicas de la Península.

Con la creación de ESAR-Net se pretende mejorar dicho panorama, fomentando la colaboración y coordinación a nivel nacional, realizando estudios más completos de tipo multidisciplinar, que tengan mayor impacto

Tabla 2
Figuras de consumo de alcohol en diferentes ciudades españolas obtenidas mediante WBE

Localización	Rango (promedio) de consumo (mL/día/1000 hab)	Período considerado	Ref.
Barcelona	6-27 (15) ^a	1 EDAR, 7 días, 3 años consecutivos	(14)
Valencia	1- 56 (11) ^b	3 EDAR, 17 días, 1 año	(13)
Santiago	4-23 (14) ^a	1 EDAR, 7 días, 3 años	(15)

^a Semanas normales sin eventos especiales; ^b Incluye un evento especial, la festividad de las Fallas.

científico y social. Por otro lado, se aspira a mejorar la comunicación y diseminación de los resultados obtenidos, para que WBE sea más conocido y pueda involucrar en el futuro a investigadores, personal público, etc., de otras áreas de conocimiento. En resumen, se pretende establecer una vía de comunicación y de cooperación estable que pueda mantenerse a medio-largo plazo, involucrando para ello a entidades relacionadas con el ámbito de trabajo de la red. Por ello, ESAR-Net cuenta también con entidades asociadas, como por ejemplo el EMCDDA, Energy Control, Sociedadrogalcohol o la Delegación del Gobierno para el Plan Nacional Sobre Drogas, cuya finalidad es participar en los debates que tengan lugar en el seno de la red, aportando su opinión experta y recibiendo además información de las actividades realizadas por ESAR-Net.

Para alcanzar estos objetivos y transferir el conocimiento generado a los principales actores, la red tiene previsto trabajar en dos frentes: la comunicación y acciones de carácter científico-colaborativo. Las acciones de comunicación contemplan la organización de reuniones, talleres y mesas redondas a las que se invitará a expertos externos a la red (para fomentar la interacción con otras disciplinas científicas) y a representantes de las entidades asociadas o de diferentes sectores que puedan estar interesados, el uso de internet y de las redes sociales para promocionar la red y el trabajo de los investigadores, y la difusión de los resultados obtenidos en congresos y reuniones nacionales e internacionales y mediante publicaciones.

Dentro de las acciones de carácter científico-colaborativo, se pretende i) investigar en el territorio español el consumo de drogas ilegales, alcohol y tabaco, involucrando para ello a las entidades con competencia en prevención y salud pública; ii) validar las metodologías para el análisis de alcohol y tabaco (para el resto de drogas ya han sido validadas a nivel internacional en el marco de la red SCORE); y iii) explorar otras aplicaciones de WBE como la identificación de nuevos biomarcadores de

exposición a contaminantes o de consumo de nuevas sustancias psicoactivas.

Para que todos estos objetivos sean alcanzados y transferidos es necesario involucrar a las administraciones competentes en materia de abuso de sustancias y otros ámbitos de aplicación de WBE, incluyendo entidades locales, autonómicas y nacionales, y a las empresas gestoras de las EDAR. Para ello ESAR-Net dispone de un portal web actualizado sobre las actividades de la red, con diversa información de interés y con datos de contacto: <http://www.esarnet.es>

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores integrantes de la red agradecen el impulso tanto a nivel económico como logístico de instituciones y gestores de EDARs colaboradoras: Generalitat de Catalunya, Aguas de Barcelona, Concello de Santiago de Compostela, Viaqua, Augas de Galicia, FACSA, Aguas de Reus, Aguas de Tarragona y EPSAR de Valencia. Agradecen, además, la información proporcionada por el Dr. Teemu Gunar del Instituto Nacional de Salud y Bienestar (THL) de Finlandia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estrategia Nacional Sobre Adicciones 2017 - 2024. 2018, Delegación del Gobierno para el Plan Nacional Sobre Drogas: Madrid.
2. Assessing illicit drugs in wastewater: advances in wastewater-based drug epidemiology. Insight 22. 2016, European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction: Luxembourg.
3. Daughton, CG, Illicit drugs in municipal sewage: proposed new noninvasive tool to heighten public awareness of societal use of illicit/abused drugs and their potential for ecological consequences, En Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: Scientific and Regulatory Issues. 2001, American Chemical Society: Washington DC. p. 348-364.
4. Zuccato, E, Chiabrando, C, Castiglioni, S, Calamari, D, Bagnati, R, Schiarea, S, et al., Cocaine in surface waters: A new evidence-based tool to monitor community drug abuse. Environ Health, 2005; 4:14.
5. Ort, C, van Nuijs, ALN, Berset, J-D, Bijlsma, L, Castiglioni, S, Covaci, A, et al., Spatial differences and

temporal changes in illicit drug use in Europe quantified by wastewater analysis. *Addiction*, 2014; 109:1338-1352.

6. Thomas, KV, Bijlsma, L, Castiglioni, S, Covaci, A, Emke, E, Grabic, R, et al., Comparing illicit drug use in 19 European cities through sewage analysis. *Sci Total Environ*, 2012; 432:432-439.

7. Castiglioni, S, Bijlsma, L, Covaci, A, Emke, E, Hernandez, F, Reid, M, et al., Evaluation of Uncertainties Associated with the Determination of Community Drug Use through the Measurement of Sewage Drug Biomarkers. *Environ Sci Technol*, 2013; 47:1452-1460.

8. McCall, A-K, Bade, R, Kinyua, J, Lai, FY, Thai, PK, Covaci, A, et al., Critical review on the stability of illicit drugs in sewers and wastewater samples. *Water Res*, 2016; 88:933-947.

9. Castiglioni, S, Thomas, KV, Kasprzyk-Hordern, B, Vandam, L, and Griffiths, P, Testing wastewater to detect illicit drugs: State of the art, potential and research needs. *Sci Total Environ*, 2014; 487:613-620.

10. Hernandez, F, Castiglioni, S, Covaci, A, de Voogt, P, Emke, E, Kasprzyk-Hordern, B, et al., Mass spectrometric strategies for the investigation of biomarkers of illicit drug use in wastewater. *Mass Spectrom Rev*, 2016.

11. Sewage Analysis CORE group Europe (SCORE) - Monitoring results. <http://score-cost.eu/>

12. *European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction - Wastewater Analysis*. <http://www.emcdda.europa.eu/activities/wastewater-analysis>.

13. Andrés-Costa, MJ, Escrivá, U, Andreu, V, and Picó, Y, Estimation of alcohol consumption during "Fallas" festivity in the wastewater of Valencia city (Spain) using ethyl sulfate as a biomarker. *Sci Total Environ*, 2016; 541:616-622.

14. Mastroianni, N, Lopez-Garcia, E, Postigo, C, Barcelo, D, and Lopez de Alda, M, Five-year monitoring of 19 illicit and legal substances of abuse at the inlet of a wastewater treatment plant in Barcelona (NE Spain) and estimation of drug consumption patterns and trends. *Sci Total Environ*, 2017; 609:916-926.

15. Rodriguez-Alvarez, T, Racamonde, I, Gonzalez-Marin, I, Borsotti, A, Rodil, R, Rodriguez, I, et al., Alcohol and cocaine co-consumption in two European cities assessed by wastewater analysis. *Sci Total Environ*, 2015; 536:91-98.

16. Rodríguez-Alvarez, T, Rodil, R, Rico, M, Cela, R, and Quintana, JB, Assessment of Local Tobacco Consumption by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Sewage Analysis of Nicotine and Its Metabolites, Cotinine and trans-3 '-Hydroxycotinine, after Enzymatic Deconjugation. *Anal Chem*, 2014; 86:10274-10281.

17. Bijlsma, L, Serrano, R, Ferrer, C, Tormos, I, and Hernandez, F, Occurrence and behavior of illicit drugs and metabolites in sewage water from the Spanish Mediterranean coast (Valencia region). *Sci Total Environ*, 2014; 487:703-709.

18. Postigo, C, López de Alda, M, and Barceló, D, Evaluation of drugs of abuse use and trends in a prison through wastewater analysis. *Environ Int*, 2011; 37:49-55.

19. Frías Chicharro, A, González-Alonso, S, Montero Rubio, JC, and Valcárcel Rivera, Y, Estimación del consumo de drogas de abuso y sus metabolitos a partir de su presencia en el agua residual de Talavera de la Reina y en el río Tajo. *Rev Esp Salud Publica*, 2014; 88 289-299.

20. Pedrouzo, M, Borrull, F, Pocurull, E, and Marce, RM, Drugs of abuse and their metabolites in waste and surface waters by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Sep Sci*, 2011; 34:1091-1101.

21. Gracia-Lor, E, Rousis, NI, Zuccato, E, Bade, R, Baz-Lomba, JA, Castrignano, E, et al., Estimation of caffeine intake from analysis of caffeine metabolites in wastewater. *Sci Total Environ*, 2017; 609:1582-1588.

22. Ryu, Y, Barcelo, D, Barron, LP, Bijlsma, L, Castiglioni, S, de Voogt, P, et al., Comparative measurement and quantitative risk assessment of alcohol consumption through wastewater-based epidemiology: An international study in 20 cities. *Sci Total Environ*, 2016; 565:977-983.

23. González-Mariño, I, Rodil, R, Barrio, I, Cela, R, and Quintana, JB, Wastewater-Based Epidemiology as a New Tool for Estimating Population Exposure to Phthalate Plasticizers. *Environ Sci Technol*, 2017; 51:3902-3910.

24. Rousis, NI, Gracia-Lor, E, Zuccato, E, Bade, R, Baz-Lomba, JA, Castrignano, E, et al., Wastewater-based epidemiology to assess pan-European pesticide exposure. *Water Res*, 2017; 121:270-279.

25. Ryu, Y, Reid, MJ, and Thomas, KV, Liquid chromatography-high resolution mass spectrometry with immunoaffinity clean-up for the determination of the oxidative stress biomarker 8-iso-prostaglandin F2alpha in wastewater. *J Chromatogr A*, 2015; 1409:146-151.

26. Yang, Z, Xu, G, Reboud, J, Kasprzyk-Hordern, B, and Cooper, JM, Monitoring Genetic Population Biomarkers for Wastewater-Based Epidemiology. *Anal Chem*, 2017; 89:9941-9945.

27. Gracia-Lor, E, Zuccato, E, and Castiglioni, S, Refining correction factors for back-calculation of illicit drug use. *Sci Total Environ*, 2016; 573:1648-1659.